

## PATENT APPLICATION

### Wireless LAN System and Channel Allocation Method

Inventor: **Mikihiro TANAKA**  
Citizenship: Japan

Assignee: **Hitachi, Ltd.**  
6, Kanda Surugadai 4-chome  
Chiyoda-ku, Tokyo, Japan  
Incorporation: Japan

Entity: Large

## TITLE OF THE INVENTION

スペクトラム拡散無線通信システムおよび制御プログラム

Wireless LAN System and Channel Allocation Method

## BACKGROUND OF THE INVENTION

### (1) Field of the Invention

本発明は、無線通信システムに関し、更に詳しくは、限られた周波数帯域を複数の無線通信システムで有効利用するのに適した直接拡散方式のスペクトラム拡散無線通信システムおよび制御プログラムに関する。

### (2) Description of the Related Art

現在、一般オフィスへのIEEE 802.11b規格の無線LANの導入が進み、公衆エリアでも無線LANを利用した新たなビジネスモデルの通信サービスが展開されつつある。無線LAN以外でも、例えば、Bluetooth等、新しい無線通信インタフェースが普及の兆しを見せている。同一周波数帯域を利用する多数の無線機器が比較的近接したエリアで使用される状況下では、無線信号間の干渉の回避と、限られた周波数帯域の有効利用が重要な課題となってくる。

無線信号にスペクトラム拡散を利用した無線通信システムでは、無線信号の干渉の状態に応じて、占有帯域幅を動的に変更することが知られている。

例えば、特開平5-219008号公報には、直接拡散方式または周波数ホッピング方式のスペクトラム拡散通信システムにおいて、干渉が大きい回線では拡散帯域幅またはホッピング帯域幅を大きく設定し、干渉が小さい回線では拡散帯域幅またはホッピング帯域幅を狭く設定することが提案されている。拡散帯域幅またはホッピング帯域幅の変更は、拡散符号（擬似雑音系列）のチップレートまたは周期の切替えによって行われる。

特開平6-14006号公報には、スペクトラム拡散通信システムにおいて、通信量が増えた時や伝送品質が低下した時、拡散符号（擬似雑音系列）のクロックレートを上げて帯域幅を拡大し、通信量が減った時や伝送品質が高い時は、クロックレートを下げて帯域幅を狭めることが提案されている。

また、特開2002-217918号公報には、1つの有線LANに直接拡散方式でスペクトラム拡散を行う複数の無線設備（無線基地局）を接続した無線通信システムにおいて、無線基地局間の信号干渉を回避するために、新たに稼動する無線基地局が、周囲の他の無線基地局で使用中の電波を検知し、他の無線基地局で使用していない空き周波数帯域に自分の占有帯域を設定することが提案されている。但し、上記特許文献3では、無線通信システムで利用できる周波数帯域を固定幅の複数の帯域（チャネル）に分割しておき、各無線基地局

が、これらのチャンネルの中から空き状態の周波数帯域を選択している。

## SUMMARY OF THE INVENTION

例えば、アクセスポイントとなる１台のサーバ装置と複数のクライアント端末からなる IEEE 802.11b 規格の複数の無線 LAN 通信システムを比較的近接した位置に設置する場合、無線通信システム間で信号が干渉しないように、各アクセスポイントのチャンネル設定を行う必要がある。

しかしながら、IEEE 802.11b 規格の無線 LAN のチャンネル数は、日本の場合、１４チャンネルしかなく、近接した無線通信システム間での干渉を完全に回避しようとする、最大４チャンネル（１ch、６ch、１１ch、１４ch）しか使用できない。この場合、各チャンネルの無線信号スペクトラムやチャンネル間隔は固定となるため、限られた周波数帯域を有効に活用できていない。

また、特開平５－２１９００８号公報や特開平６－１４００６号公報が示す従来のスペクトラム拡散通信システムでは、現在使用中の帯域を通信状況に応じて動的に変更するものであり、新たな通信帯域を空き帯域の最適位置に設定するものではない。特開２００２－２１７９１８号公報は、新たな通信帯域を稼働中の他の通信システムと干渉しない空き帯域に設定する技術を開示しているが、固定帯域幅のチャンネル設定を前提としており、ユーザの要求に応じた可変帯域幅のチャンネル設定を可能とするものではない。

本発明の目的は、複数の無線通信システム間での無線信号の干渉を回避して、ユーザの要求に応じた可変帯域幅のチャンネル設定を可能にした無線通信システム、周波数帯域割り当て方法および制御プログラムを提供することである。

本発明の他の目的は、限られた周波数帯域の中で、複数の無線通信システムが互いの占有帯域幅を調整しながら、新たな通信帯域の設定を許容するスペクトラム拡散無線通信システム、周波数帯域割り当て方法および制御プログラムを提供することである。

本発明の更に他の目的は、使用可能な周波数空間に、新たな通信帯域に適合した空き周波数帯域が存在しない場合でも、他の無線通信システムと共同して、上記通信帯域に適合した空き周波数帯域を用意できるスペクトラム拡散無線通信システム、周波数帯域割り当て方法および制御プログラムを提供することである。

上記目的を達成するため、本発明の無線通信システムは、複数の基準周波数に分割された所定の周波数領域で、周囲に位置する他の無線システムが使用中の基準周波数を探索して、空き状態の基準周波数を特定するための第１手段と、空き状態にある互いに隣接した基準周波数群で形成される空き周波数帯域の中から、新たに設定すべき占有帯域に適合した空き周波数帯域を検出し、検出された空き周波数帯域内の基準周波数の中から上記占有帯域の中心

周波数を決定するための第2手段と、上記占有帯域に適合した空き周波数帯域が存在しなかった時、上記占有帯域の帯域幅が変更可能であれば、帯域幅を狭めた占有帯域を設定対象として、上記第2手段に空き周波数帯域の検出と占有帯域中心周波数の決定を行わせるための第3手段とを備えたことを特徴とする。

更に詳述すると、本発明の無線通信システムは、周囲に位置する他の無線通信システムから、使用中の占有帯域幅に関する情報を取得し、上記第1手段が特定した空き状態の基準周波数の中から、他の無線通信システムの占有帯域幅に含まれる基準周波数を除外し、残された空き状態の基準周波数群で形成される空き周波数帯域の中から、新たに設定すべき占有帯域に適合した空き周波数帯域を検出することを特徴とする。

本発明による無線通信システムの1つの特徴は、設定すべき占有帯域に適合した空き周波数帯域が存在しなかった時、周囲に位置する他の無線通信システムの占有帯域中心周波数をシフトすることによって、空き周波数帯域の帯域幅を拡大する手段を備えたことにある。本発明の1実施例では、占有帯域に適合した空き周波数帯域が存在しなかった時、周囲に位置する他の無線通信システムで使用中の変更可能な占有帯域幅を狭めた上で、その中心周波数をシフトすることによって、空き周波数帯域の帯域幅を更に拡大するようにしている。

尚、本発明の無線通信システムは、上述したように、使用中の占有帯域幅や中心周波数を変更した場合は、変更結果を他の無線通信システムに通知する。また、可変占有帯域の帯域幅と対応して、予めチップレートの異なる複数種類の拡散符号を保持しておき、設定された占有帯域幅に対応した拡散符号と決定した中心周波数に基づいて、無線信号の送受信を行う。

本発明の周波数帯域割り当て方法および無線通信システム用の制御プログラムは、

複数の基準周波数に分割された所定の周波数領域で、周囲に位置する他の無線システムが使用中の基準周波数を探索し、基準周波数と使用状況との関係を示す基準周波数テーブルを作成する第1ステップと、

通信範囲内に位置する他の無線通信システムから、使用中の占有帯域幅に関する情報を取得し、無線通信システム毎の占有帯域幅と中心周波数との関係を示す使用帯域管理テーブルを作成する第2ステップと、

上記基準周波数テーブルと使用帯域管理テーブルとに基づいて、空き状態にある互いに隣接した基準周波数群とこれらの基準周波数群で形成される空き周波数帯域との関係を示す空き帯域管理テーブルを生成する第3ステップと、

上記空き帯域管理テーブルから、新たに設定すべき占有帯域に適合した空き周波数帯域を検出し、検出された空き周波数帯域内の基準周波数の中から上記占有帯域の中心周波数を決定する第4ステップとを含み、

占有帯域に適合した空き周波数帯域が存在しなかった時、該占有帯域の帯域幅が変更可能であれば、帯域幅を狭めた占有帯域を設定対象として第4ステップを繰り返すことを特徴と

する。

本発明の他の目的と特徴は以下に説明する実施例から明らかになる。

#### BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図 1 は、本発明の無線通信システム 1 A、1 B の設置環境を説明するための図である。

図 2 は、本発明によるサーバ無線装置 1 0 A の 1 実施例を示す図である。

図 3 は、サーバ無線装置 1 0 A が備える基準周波数テーブル 1 7 の 1 例を示す図である。

図 4 は、サーバ無線装置 1 0 A が備えるサーバ使用帯域管理テーブル 1 8 の 1 例を示す図である。

図 5 は、サーバ無線装置 1 0 A が備える空き帯域管理テーブル 1 9 の 1 例を示す図である。

図 6 は、直接拡散方式のスペクトラム拡散無線信号スペクトラム  $CH_i$  における中心周波数  $f_i$  と占有帯域幅  $W$  との関係を示す図である。

図 7 は、直接拡散方式のスペクトラム拡散変復調部 1 2 B のブロック図である。

図 8 A と図 8 B は、送信データ DATA と拡散符号  $rs$  との関係を示す図である。

図 9 A ～図 9 C は、拡散符号のチップレートと占有帯域幅との関係を説明するための図である。

図 1 0 は、サーバ無線装置 1 0 A が実行する制御ルーチン 1 0 0 の 1 実施例を示すフローチャートである。

図 1 1 は、制御ルーチン 1 0 0 における概略探索処理 1 1 0 の 1 実施例を示す詳細フローチャートである。

図 1 2 は、概略探索処理 1 1 0 における受信強度の測定結果の 1 例を示す図である。

図 1 3 は、制御ルーチン 1 0 0 における詳細探索処理 1 2 0 の 1 実施例を示す詳細フローチャートである。

図 1 4 は、サーバ管理端末に表示されるパラメータ設定画面の 1 例を示す図である。

図 1 5 は、制御ルーチン 1 0 0 における中心周波数設定処理 1 6 0 の 1 実施例を示す詳細フローチャートである。

図 1 6 は、中心周波数設定処理 1 6 0 における占有帯域調整処理 1 7 0 の 1 実施例を示す詳細フローチャートである。

図 1 7 は、占有帯域調整処理 1 7 0 における周波数帯域調整処理 1 8 0 の 1 実施例を示す詳細フローチャートである。

図 1 8 A ～1 8 C は、周波数帯域調整処理 1 8 0 の実行によって推移する占有帯域と中心周波数の変化を示す図である。

図 1 9 は、本発明の無線通信システムにおける占有帯域の割当て態様の 1 例を示す図である。

図20は、クライアント端末40Aの1実施例を示すブロック図である。

図21は、クライアント端末40Aが実行する制御ルーチンの1実施例を示すフローチャートである。

## DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

図1は、同一フロアに複数の無線通信システムが近接して配置された状態を示している。

1A、1Bは、直接拡散 (Direct Sequence : DS) 方式のスペクトラム拡散通信機能を備えた本発明の無線通信システム、2は本発明とは別方式の無線通信システムである。無線通信システム2は、それぞれ無線通信機能を備えたサーバ装置21とクライアント端末22とで構成されている。

無線通信システム1Aは、サーバ無線装置10Aと、例えば、イーサネット (登録商標) 等の有線LAN3Aを介して上記サーバ無線装置10Aに接続されたサーバ管理端末 (情報処理装置) 30Aと、上記サーバ無線装置10Aと無線で通信する複数のクライアント端末40 (40A-1、40A-2、...) とからなる。同様に、無線通信システム1Bも、サーバ無線装置10Bと、有線LAN3Bを介して上記サーバ無線装置に接続されたサーバ管理端末 (情報処理装置) 30Bと、クライアント端末40 (40B-1、...) で構成される。

サーバ管理端末30A (30B) は、サーバ無線装置10A (10B) で確保すべき帯域幅などを指定するパラメータ設定に使用される。サーバ管理端末30A (30B) は、有線LAN3Aに代えて、例えば、USBケーブル等の接続線によって、サーバ無線装置10A (10B) と直接的に接続されても良い。

クライアント端末40 (40A-1、40B-1、...) は、例えば、無線LANカードを装着したパーソナルコンピュータや、無線LAN機能を内蔵した携帯情報端末など、何らかの無線通信機能をもつ情報処理装置である。

サーバ無線装置10A (10B) は、クライアント端末との無線通信機能の他に、有線LANとの接続インタフェースを備え、クライアント端末間の通信を仲介するアクセスポイントとして動作する。本発明のサーバ無線装置10Aは、他の無線通信システム (例えば、1Bや2) が既に稼動状態にある環境で運用を開始した時、後述する周辺電波の探索機能と占有帯域の中心周波数選択/帯域幅調整機能によって、他の通信システムと干渉しない適切な無線周波数を選択する。

図2は、サーバ無線装置10Aの構成を示す。

サーバ無線装置10Aは、アンテナ11に接続されたRF部1.2Aと、RF部に接続されたスペクトラム拡散変復調部1.2Bと、LAN3Aとの接続インタフェース部1.3と、制御

部（制御プロセッサ）１４およびメモリ１５からなる。制御部１４は、図１０で後述する制御ルーチン１００によって、無線通信システム１Ａの周囲における無線の使用状況を探査し、無線通信システム１Ａで使用するべき無線信号の中心周波数設定と占有帯域幅調整を行う。

サーバ管理端末３０Ａは、制御部３１と、入力装置３２と、表示装置３３とからなり、制御部３１のメモリには、通常のアプリケーションルーチンの他に、サーバ無線装置の制御用プログラム３００がインストールされている。

サーバ無線装置１０Ａのメモリ１６には、スペクトラム拡散変復調部１２Ｂに適用する拡散符号を記憶した拡散符号テーブル１６と、上記制御ルーチン１００で参照する基準周波数管理テーブル１７、サーバ使用帯域管理テーブル１８および空き帯域管理テーブル１９とが形成される。

基準周波数テーブル１７には、例えば、図３に示すように、エントリ番号１７１をもつ複数のエントリが登録され、各エントリは、基準周波数１７２と、その基準周波数の使用状況を示すフラグ１７３とを含んでいる。

サーバ使用帯域管理テーブル１８には、例えば、図４に示すように、エントリ番号１８１をもつ複数のエントリが登録され、各エントリは、サーバ無線装置ＩＤ１８２と、このＩＤをもつサーバ無線装置で使用している無線信号の中心周波数１８３および占有帯域幅１８４と、占有帯域幅の変更の可否を示すフラグ１８５を含んでいる。

空き帯域管理テーブル１９には、例えば、図５に示すように、エントリ番号１９１をもつ複数のエントリが登録され、各エントリは、空き状態にある基本周波数１９２と帯域幅１９３との関係を示している。空き状態基本周波数１９２は、空き状態となっている一連の基本周波数群を示し、帯域幅１９３は、この基本周波数群で提供できる帯域幅の値を示している。

図６は、直接拡散方式のスペクトラム拡散無線信号スペクトラムＣＨｉにおける中心周波数 $f_i$ と占有帯域幅（メインローブ） $W$ との関係を示し、図７は、直接拡散方式のスペクトラム拡散変復調部１２Ｂのブロック図を示す。

送信データは、１次変調部１２１において、例えば、ＰＳＫ（Phase Shift Keying）変調による１次変調を受けた後、拡散変調部１２２に入力される。拡散変調部１２２は、排他論理和（ＥＸＯＲ）回路１２３と拡散符号発生器１２４とからなり、１次変調された送信データの各ビットを拡散符号発生器１２４から発生した拡散符号によってスペクトラム拡散する。拡散変調部１２２の出力信号は、ＲＦ部１２Ａに入力され、制御部１４で指定した基本周波数をもつキャリア信号に重畳した形で、アンテナ１１から送信される。

一方、ＲＦ部１２Ａで受信した信号は、ＥＸＯＲ回路１２６と拡散符号発生器１２７とからなる逆拡散部１２５でスペクトラム逆拡散され、復調部１２８で復調して受信データとなる。

拡散変調部の拡散符号発生器１２４と、逆拡散部の拡散符号発生器１２７で発生させる拡

散符号は、制御部14が、サーバ管理端末30Aからオペレータが指定した占有帯域幅Wに応じて拡散符号テーブル16から選択し、各拡散符号発生器に設定する。

図8Aと図8Bは、送信データと拡散符号との関係を示す。

図8Bに示すように、拡散符号 $r_s$ は、図8Aに示した送信データDATAのビットレート( $1/T$ )比較して、非常に高速度のチップレート( $1/T_c$ )をもつランダムな矩形波の集合となっている。ここに例示した拡散符号 $r_s$ は、「1,1,1,-1,1」の値をとる5個のチップからなっている。一次変調されたデータは、拡散符号 $r_s$ と乗積(EXOR)することにより、スペクトラムが広帯域に拡散される。符号拡散された無線信号の占有帯域幅(メインローブ)Wは、適用された拡散符号がもつチップレートの2倍となる。

図9A~図9Cは、拡散符号のチップレートと占有帯域幅Wとの関係を示す。

図9Aは、チップ周期 $T_{c1}$ の5チップ拡散符号 $r_{s1}$ と、これを使用した場合の無線信号スペクトラムCH(L)の占有帯域幅 $W_L$ を示す。図9Bは、チップ周期 $T_{c2}$ の7チップ拡散符号 $r_{s2}$ と、これを使用した場合の無線信号スペクトラムCH(M)の占有帯域幅 $W_M$ を示し、図9Cは、チップ周期 $T_{c3}$ の11チップ拡散符号 $r_{s3}$ と、これを使用した場合の無線信号スペクトラムCH(H)の占有帯域幅 $W_H$ を示している。

本発明では、上述した拡散符号のチップレートと占有帯域幅Wとの関係を利用し、サーバ無線装置10でスペクトラム拡散に適用する拡散符号のチップレートを変更することにより、占有帯域幅Wを調整することを一つの特徴とする。拡散符号テーブル16に用意する拡散符号は、無線通信システムで選択可能な通信モードの種類によって決まる。

例えば、無線通信システムで選択可能な通信モードの種類を低速、中速、高速の3つに限定した場合、拡散符号テーブル16に、図9に示した3種類の拡散符号を用意しておき、5チップ拡散符号 $r_{s1}$ は低速通信モード用、7チップ拡散符号 $r_{s2}$ は中速通信モード用、11チップ拡散符号 $r_{s3}$ は高速通信モード用として適用する。

図10は、サーバ無線装置10Aの電源投入時に制御部14が実行する制御ルーチン100のフローチャートを示す。

制御ルーチン100において、制御部14は、まず、概略探索処理(110)を実行し、予め決められた範囲の複数の基本周波数について周囲での無線信号の使用状況を探索し、各基本周波数の使用状況を周波数管理テーブル17に記憶する。概略探索処理では、RF部12Aに設定するキャリア周波数の順次に切替え、各基本周波数で周囲からの受信電波の有無をチェックすることにより、本発明と同一方式(同一タイプ)の他の無線通信システムが使用している無線周波数だけでなく、本発明とは別タイプの無線通信システム2で使用中の無線周波数も検知される。

概略探索処理(110)が終了すると、制御部14は、詳細探索処理(120)を実行する。詳細探索処理では、周囲に位置する本発明と同一方式の他のサーバ無線装置に対して、



例えば、使用中の無線信号の中心周波数  $f_0$  および占有帯域幅  $W$  と、占有帯域幅変更の可否とを含む使用帯域情報を問い合わせ、稼動中の各サーバ無線装置から取得した使用帯域情報をサーバ使用帯域管理テーブル 18 に登録する。

周囲に位置する他の全てのサーバ無線装置からの使用帯域情報の取得が終わると、制御部 14 は、周波数管理テーブル 17 とサーバ使用帯域管理テーブル 18 に基づいて、空き状態にある基本周波数群と空き帯域との関係を示す空き周波数帯域管理テーブル 19 を作成する (130)。この後、サーバ管理端末 30 A に、サーバ無線装置 10 A で確保すべき帯域幅を特定するためのパラメータ設定を要求し (140)、サーバ管理端末 30 A から指定されたパラメータに基づいて、無線信号の占有帯域幅  $W$  の設定 (150) と、中心周波数設定 (160) を行う。

図 11 は、概略探索処理 110 の詳細フローチャートを示す。

概略探索処理 110 では、制御部 14 は、予め決められた基準周波数  $f_{b0} \sim f_{bm}$  を順次に切替えるためのパラメータ  $k$  に初期値 0 を設定 (111) した後、パラメータ  $k$  を最大値  $m$  と比較する (112)。  $k \leq m$  であれば、RF 部 12 A の受信周波数を第  $k$  番目の基準周波数  $f_{bk}$  に設定し、所定の期間、周波数  $f_{bk}$  をもつ無線信号の受信強度を測定する (113)。所定期間内に測定された受信強度の最大値  $P$  を閾値  $\delta$  と比較し (114)、  $P > \delta$  であれば、基準周波数管理テーブル 17 上で上記基準周波数  $f_{bk}$  と対応する第  $k$  エントリの使用状況フラグ 173 に、該当周波数が使用中であることを示す値 “1” を設定する (115)。この後、パラメータ  $k$  の値をインクリメントし (116)、ステップ 112 に戻る。

ステップ 112 ~ 116 を繰り返すことによって、基準周波数  $f_{b0} \sim f_{bm}$  の全てについて、サーバ無線装置周囲における該当無線信号の使用状況を探索することができる。パラメータ  $k$  の値が  $m$  を超えたとき、概略探索処理 110 が終了する。

図 12 は、概略探索処理における受信強度の測定結果の 1 例を示す。

基準周波数  $f_{b0}$ 、 $f_{b1}$ 、 $\dots$ 、 $f_{bm}$  は、本発明の無線通信システムで使用可能な周波数帯域を低速通信モードで必要となる占有帯域幅  $W_L$  の  $1/2$  の幅で区切ったときに決まる周波数である。ここで、 $f_{b0}$  は、使用可能な最低の基準周波数、 $f_{bm}$  は最大の基準周波数を示す。

基準周波数管理テーブル 17 の各エントリのフラグ 173 は、初期値が “0” となっており、上記測定結果に従って、使用中の基準周波数にフラグ値 “1” が設定される。従って、サーバ無線装置 10 A は、フラグ 173 が未使用状態 “0” となっている基準周波数の中から、サーバ管理端末で指定された占有帯域を確保し、その中心周波数を決定することになる。

図 13 は、詳細探索処理 120 の詳細フローチャートを示す。

詳細探索処理 120 では、基準周波数  $f_{b0} \sim f_{bm}$  を順次に切替えるためのパラメータ  $k$  に初期値 0 を設定し (121)、RF 部 12 A の受信周波数を第  $k$  番目の基準周波数  $f_{bk}$

にして、キャリアセンスする（１２２）。キャリア信号をセンスできなければ（１２３）、パラメータ $k$ の値をインクリメントし（１２７）、 $k$ が最大値 $m$ を超えたか否かを判定する（１２８）。 $k$ が $m$ 以下であれば、ステップ１２２に戻り、次の基本周波数で同様の動作を繰り返す。

基準周波数 $f_{bk}$ のキャリアを検知した場合は、キャリア送信元が自システムと同一タイプのシステムか否かを確認する（１２４）。キャリア送信元システムの確認は、例えば、RF部１２Ａの受信周波数を第 $k$ 基準周波数 $f_{bk}$ に設定した状態で、スペクトラム拡散変復調部１２Ｂで使用する拡散符号を低速用、中速用、高速用に順次に切替えて受信信号の復調を試み、何れかの拡散符号で受信信号を復調できた時、信号の送信元が自システムと同一タイプと判断する。送信元が別タイプのシステムであれば、ステップ１２７に進む。

キャリア送信元が自システムと同一タイプのシステムの場合は、制御部１４は、ステップ１２４で受信信号の復調に成功した拡散符号を用いて、送信元装置に対する割り込み処理を行い、使用帯域情報の送信要求メッセージを送信する（１２５）。上記要求メッセージは、制御部１４からスペクトラム拡散変復調部１２Ｂに出力され、キャリア送信元からの応答メッセージは、スペクトラム拡散変復調部１２Ｂから制御部１４に入力される。

キャリア送信元から応答メッセージを受信すると、制御部１４は、図４に示したサーバ使用帯域管理テーブル１８に、上記応答メッセージから判明した送信元サーバID、中心周波数、占有帯域幅、占有帯域幅の変更可否を示す新たなエントリを追加する（１２６）。この後、パラメータ $k$ の値をインクリメントし（１２７）、上述した動作を繰り返す。尚、ステップ１２４で判明した基準周波数と拡散符号との関係は、上記応答メッセージが示すサーバIDと対応してワークテーブルに記憶しておく。但し、これらの情報は、上記ステップ１２６で、サーバ使用帯域管理テーブル１８に登録しておいてもよい。

上記詳細探索処理１２０が終了すると、制御部１４は、サーバ使用帯域管理テーブル１８と、詳細探索処理１１０で生成した基準周波数管理テーブル１７とに基づいて、図５に示した空き帯域管理テーブル１９を作成する（図１０のステップ１３０）。この場合、例えば、サーバ使用帯域管理テーブル１８に登録された中心周波数１８３と占有帯域幅１８４から、占有帯域幅に含まれる基準周波数を算出し、基準周波数管理テーブル１７上で、これらの基準周波数に該当するエントリの使用状況フラグ１７３を“１”に変更する。次に、基準周波数管理テーブル１７から、使用状況フラグ１７３が空き状態を示している空き基準周波数を選択し、連続した空き基準周波数をグループ化する。空き基準周波数のグループ毎に、そのグループに含まれる基準周波数１９２と、これらの基準周波数から計算される空き帯域幅１９３を含むエントリを生成し、空き帯域管理テーブル１９に登録する。

尚、周波数が接近する無線信号間の干渉を完全に回避するために、占有帯域幅に隣接する基準周波数は利用を禁止し、上記空き帯域管理テーブル１９に登録される空き基準周波数の

数と空き帯域幅を狭めておいてもよい。例えば、基準周波数管理テーブル17で、基準周波数  $f_b(m-1)$ 、 $f_b m$ 、 $f_b(m+1)$  が使用中と判った時、これらの基準周波数に隣接する2つの空き周波数  $f_b(m-2)$  と  $f_b(m+2)$  の使用を禁止し、残った空き基本周波数を対象として、空き帯域管理テーブル19の各エントリを作成するようにしてもよい。

図14は、サーバ無線装置10Aからのパラメータ設定要求(140)に応答して、サーバ管理端末30Aの表示装置33に表示されるパラメータ設定画面の1例を示す。

パラメータ設定画面は、サーバ管理端末30Aの制御プログラム300によって提供される。この示したパラメータ設定画面は、高速(11Mbps)、中速(7Mbps)、低速(5Mbps)の3種類の通信モードの中から1つの通信モードを選択できるようにした通信モード選択ウィンドウ80と、モード変更の可否を指定するためのウィンドウ81を含んでいる。

サーバ管理者は、無線通信システム1Aに要求する通信性能に応じて、通信モード選択ウィンドウ80に表示された選択ボタンB1～B3の何れかをクリックして、通信モードを選択する。また、他のサーバ無線装置に自分の通信モード(占有帯域幅)の変更を許容する可否かを判断して、モード変更可否選択ウィンドウ81に表示されたボタンB4、B5の何れかをクリックする。パラメータ設定画面で通信モードとモード変更の可否が決定すると、制御プログラム300は、これらのパラメータを含む制御メッセージを生成し、サーバ無線装置10Aに送信する。

図示した例では、サーバ管理者が、中速モードを選択し、モード変更の不可を指定した状態を示している。尚、サーバ管理者が低速モードを選択した場合は、これより低い通信モードは存在しないため、制御プログラム300が、通信モード変更不可ボタンB5を自動的に選択するようにしてもよい。

上記通信モード設定画面で指定する通信モードは、それぞれデータ伝送誤り率を或る値以下に押さえた時に保証可能なデータ伝送速度を意味している。実際の応用では、様々な種類のデータが送受信されるため、送受信データの種類によって、最低限必要となるデータ伝送速度も異なってくる。

例えば、5Mbpsのテキストデータ伝送用に高速モードを選択すると、耐ノイズ性に優れたデータ伝送が可能となる反面、最適値よりも広い帯域幅を占有することになるため、周波数リソースの利用効率が低下する。逆に、10Mbpsのデータ転送用に中速モードを選択すると、占有帯域幅が狭くなり、周波数リソースを有効利用できる反面、データ伝送の誤り率が大きくなり、結果的にデータ転送速度が低下することになる。従って、サーバ管理者は、自分が管理する無線通信システムでの送受信データの種類に応じて、周囲に存在する他の無線通信システムと共に周波数リソースを有効利用するように、通信モードを選択することが望ましい。

例えば、無線通信システム1Aで画像データを送受信するために、サーバ管理者が、11 Mb p sの高速モード(ボタンB1)と、モード変更不可モード(ボタンB5)を選択した場合、無線通信システム1Aの占有帯域幅が広がるため、他の無線通信システムに割当て可能な周波数リソースが少なくなり、無線通信システム1Aと共存できるのシステム台数が減少する。

送受信データがテキストデータで、通信速度が2 Mb p s程度で十分となるため、サーバ管理者が、低速モード(ボタンB3)を選択した場合、無線通信システム1Aで占有する帯域幅が狭くなるため、他の無線通信システムに割り当て可能な周波数リソースが多くなり、多数の無線通信システムが共存できる。

サーバ無線装置10Aに制御部14は、サーバ管理端末30Aから上述したパラメータを含む制御メッセージを受信すると、図9で説明したように、指定通信モードに対応した値(WL、WMまたはWH)の占有帯域幅Wを選択し(150)、この占有帯域幅Wに対する中心周波数の設定処理160を実行する。

図15は、中心周波数設定処理160の詳細フローチャートを示す。

中心周波数設定処理160において、制御部14は、空き帯域管理テーブル19の登録エントリを順次に読み出すためのパラメータ*i*を初期値「1」に設定し(161)、パラメータ*i*の値を空き帯域管理テーブル19の登録エントリ数*n*と比較する(162)。パラメータ*i*の値が登録エントリ数*n*を超えていなければ、空き帯域管理テーブル19の第*i*エントリから空き帯域幅(WA*i*)193を読み出し、占有帯域幅Wと比較する(163)。

第*i*エントリの空き帯域幅WA*i*が占有帯域幅Wよりも小さければ、パラメータ*i*の値をインクリメントし(164)、ステップ162に戻る。上記空き帯域幅WA*i*が占有帯域幅W以上であれば、空き周波数帯域A*i*の中央に位置する標準周波数f b xを中心周波数として選択し、サーバ無線装置10Aの識別子(ID)、中心周波数f b x、占有帯域幅W、占有帯域幅の変更可否フラグを示すエントリを生成して、サーバ使用帯域管理テーブル18に登録する(165)。

制御部14は、占有帯域幅Wに含まれる基本周波数に関して、基準周波数管理テーブル17の使用状況フラグ173を“1”に変更すると共に、空き帯域管理テーブル19の該当エントリに修正を加える(166)。この後、自分のサーバ無線装置ID、中心周波数f b x、占有帯域幅W、占有帯域幅変更可否フラグをサーバ使用帯域管理テーブル18に登録された他の全てのサーバ無線装置に通知し(166)、ルーチン100を終了する。

サーバ使用帯域管理テーブル18に登録された全ての空き周波数帯域(WA*i*)193が占有帯域幅Wよりも狭い場合は、占有帯域幅調整処理(170)を実行する。

図16は、占有帯域幅調整処理170の詳細フローチャートを示す。

占有帯域幅調整処理170において、制御部14は、自サーバ無線装置10Aの占有帯域

幅Wが変更可能か否かをチェックする(171)。占有帯域幅Wが変更可能であれば、現在の占有帯域幅Wが最小帯域幅WLか否かを判定する(172)。占有帯域幅Wが最小帯域幅WLでなければ、占有帯域幅Wを1ランク狭め(173)、図15に示した中心周波数設定処理160のステップ161に戻って、中心周波数設定処理160を最初からやり直す。尚、ステップ173における占有帯域幅Wの変更は、現在の帯域幅がWHの場合はWMに変更し、WMの場合はWLに変更することを意味している。

占有帯域幅調整処理170において、自サーバ無線装置10Aの占有帯域幅Wの変更が不可となっていた場合(171)、または現在の占有帯域幅Wがこれ以上の縮小が不可能な最小帯域幅WLとなっていた場合(172)、制御部14は、サーバ使用帯域管理テーブル18の占有帯域幅変更フラグ185を参照して、周囲に占有帯域幅の変更が可能なサーバ無線装置が存在するか否かをチェックする(175)。占有帯域幅の変更が可能なサーバ無線装置が存在した場合は、図17で詳述する周波数帯域調整処理180を実行した後、図15に示した中心周波数設定処理160のステップ161に戻って、中心周波数設定処理160を最初からやり直す。占有帯域幅を変更可能なサーバ無線装置がない場合は、サーバ管理端末30Aに対して、帯域設定不可メッセージを送信し(176)、このルーチン100を終了する。

図17は、周波数帯域調整処理180の詳細フローチャートを示す。

周波数帯域調整処理180において、制御部14は、サーバ使用帯域管理テーブル18の登録エントリを順次にチェックするためのパラメータjに初期値「1」を設定し(181)、パラメータjが登録エントリ数mを超えたか否かを判定する(182)。パラメータjがmを超えていなければ、サーバ使用帯域管理テーブル18の第jエントリの占有帯域幅(Wj)184と占有帯域幅変更可否フラグ185をチェックする(183)。占有帯域幅の変更が不可となっていた場合、または、占有帯域幅Wjが最小帯域幅WLとなっていた場合は、ステップ187に進む。

占有帯域幅の変更が可能で、且つ、占有帯域幅Wjが最小帯域幅WLでなければ、制御部14は、占有帯域幅Wjを1ランク狭める(184)。変更後の占有帯域幅Wjが最小帯域幅WLとなった場合は(185)、第jエントリの占有帯域幅変更可否フラグ185を“1”に変更(186)した後、変更後の占有帯域幅Wjについて、中心周波数の再割当てを行う(187)。

制御部14は、上記第jエントリのサーバ無線装置ID182に関して、占有帯域幅Wjと中心周波数に変更されたことを示す制御メッセージを生成し、これをサーバ使用帯域管理テーブル18に登録されている他の全てのサーバ管理装置に送信する(188)。上記中心周波数の変更通知は、詳細探索処理120で記憶しておいたサーバID、基本周波数、拡散符号の対応関係を参照して送信処理される。

制御部14は、この後、サーバ使用帯域管理テーブル18の第jエントリの占有帯域幅1

84と中心周波数183を新たな値に変更すると共に、今回の占有帯域幅 $W_j$ と中心周波数の変更によって生まれた空き基本周波数を基本周波数管理テーブル17と空き帯域管理テーブル19に反映し(189)、パラメータ $j$ の値をインクリメントして(190)、ステップ182に戻る。

パラメータ $j$ の値が登録エントリ数 $m$ を超えた場合(182)は、図15に示した中心周波数設定処理160のステップ161に戻り、中心周波数設定処理160を最初からやり直す。他のサーバ無線装置は、上記ステップ188でサーバ無線装置10Aが送信した制御メッセージに応答して、それぞれが備える基本周波数管理テーブル17、サーバ使用帯域管理テーブル18、空き帯域管理テーブル19の内容を更新する。

変更後の占有帯域幅 $W_j$ に対する中心周波数の割当て(188)には、各種のアルゴリズムを採用できる。例えば、新たな占有帯域幅 $W_j$ を元の占有帯域幅の低周波側(または高周波側)にシフトする方式とした場合、周波数帯域調整処理180の実行によって、占有帯域の中心周波数が図18のように移動する。

図18Aは、周波数帯域調整処理180を実行する前の占有帯域と中心周波数の状態を示す。 $CH(k-1)$ は、サーバ使用帯域管理テーブル18の第 $(k-1)$ エントリと対応した占有帯域、 $CH(k)$ と $CH(k+1)$ は、それぞれサーバ使用帯域管理テーブル18の第 $k$ エントリ、第 $(k+1)$ エントリと対応した占有帯域を示している。ここで、帯域 $CH(k-1)$ は、中心周波数と帯域幅の変更が不可能な状態にあり、帯域 $CH(k)$ が帯域幅変更可能となっていたと仮定する。

図18Bは、周波数帯域調整処理180における $j = k$ の処理サイクルで、帯域 $CH(k)$ の占有帯域幅 $W_j$ が $WM$ から $WL$ に変更され(184)、中心周波数の再割当てでステップ(187)で、占有帯域に中心周波数 $f_{0k'}$ が割り当てられた状態を示す。

図18Cは、周波数帯域調整処理180における $j = (k+1)$ の処理サイクルが終わった状態を示す。このサイクルで処理対象となる占有帯域 $CH(k+1)$ は、帯域幅 $W_j$ が $WL$ となっているため、帯域幅に変更はない。しかしながら、周波数帯域調整処理180では、この帯域 $CH(k+1)$ に対しても中心周波数の再割当て(188)が実行されるため、中心周波数が $f_0(k+1)$ から $f_0(k+1)'$ に変更される。このように、中心周波数を低周波側に移動するように、各占有帯域に中心周波数を再割り当てした場合、高周波側の基準周波数を解放して、広い空き帯域を形成することができる。

図17に示した周波数帯域調整処理180では、サーバ使用帯域管理テーブル18に登録された全てのエントリについて同一の処理を繰り返すことによって、変更可能な占有帯域幅は縮小した上で、各占有帯域の中心周波数を次々と移動したが、例えば、空き帯域管理テーブル19の更新(189)の都度、空き帯域幅193をチェックし、要求帯域幅 $W$ よりも大きい空き帯域 $WA_i$ ができた時点で周波数帯域調整処理180を終了し、図15のステップ165以降の処理を実行するようにしてもよい。

また、図18では、占有帯域 $CH(k-1)$ 、 $CH(k)$ 、 $CH(k+1)$ が互いに連続するように中心周波数を設定しているが、無線信号の干渉を完全に回避するために、隣接する占有帯域間に1基準周波数分の間隔を残すように、中心周波数を割り当てるようにしてもよい。

図19は、占有帯域間に1基準周波数分の間隔を残した中心周波数割当ての1例を示す。図において、 $CH1$ 、 $CH2$ 、 $CH3$ 、…は本発明の無線通信システム1A、1B、1C、…で使用する占有帯域であり、Fは本発明とは異なるタイプの無線通信システムで使用中の周波数帯域を示している。

図20は、本発明の無線通信システムに適用されるクライアント端末40A(40A-1、40A-2、…)の1実施例を示す。

クライアント端末40Aは、無線部41と情報処理部47とからなる。無線部41は、アンテナ42に接続されたRF部43Aと、このRF部に接続されたスペクトラム拡散変復調部43Bと、情報処理部49に接続するためのインタフェース部44と、制御部45と、不揮発性のメモリ46とからなり、スペクトラム拡散変復調部43Bは、サーバ無線装置10Aのスペクトラム拡散変復調部12Bと同様の信号処理を行う。

情報処理部47は、入力装置48と、表示画面等の出力装置49を備え、例えば、USBやPCMCIA等のインタフェース仕様で、インタフェース部44に接続されている。メモリ46には、サーバ無線装置10Aとの通信に必要な無線パラメータの記憶領域461、基準周波数テーブル領域462および拡散符号テーブル領域463が形成してある。

図21は、クライアント端末40Aの電源投入時に制御部45が実行する制御ルーチン400のフローチャートを示す。

制御ルーチン400において、制御部45は、記憶領域461から中心周波数と占有帯域幅を読み込み、拡散符号テーブル領域463から上記占有帯域幅と対応した拡散符号を読み込む(401)。これらのパラメータをRF部43Aとスペクトラム拡散変復調部43Bに適用し、サーバ無線装置と通信できた場合は(402)、そのまま通信状態に移行する(406)。

記憶領域461に用意された無線パラメータではサーバ無線装置と正常に通信できない場合、制御部45は、サーバ探索処理(403)を行う。サーバ探索処理では、予めメモリのテーブル領域462に記憶してある基準周波数( $f_{b0} \sim f_{bm}$ )を順次にRF部43Aに設定し、基準周波数毎に周囲の無線信号をキャリアセンスし、通信可能なサーバ無線装置を探索する。制御部45は、キャリアセンスしたサーバ無線装置とテスト的な通信を行って情報伝送誤り率を判定し、通信状態が最も良好なサーバ無線装置を選択する。

所属すべきサーバ無線装置を特定した制御部45は、上記サーバ無線装置から、該サーバ無線装置との通信に適用すべき占有帯域幅、中心周波数などの無線パラメータを取得し、記憶領域461の内容を書き換える(404)。制御部45は、サーバ無線装置から通知された中心周波数に該当する基準周波数をRF部43Aに設定し、拡散符号テーブル領域463か

ら読み出した上記占有帯域幅と対応する拡散符号をスペクトラム拡散変復調部 12 B の拡散符号発生器に設定し (405)、通信状態 (406) に移行する。

尚、サーバ無線装置 10 A は、新たに立ち上がった他のサーバ無線装置における周波数帯域調整処理 180 の結果、クライアント端末 40 A との通信途中で、中心周波数と占有帯域幅を変更する必要がある場合、その都度、変更後の新たな無線パラメータを各クライアント端末に通知する。クライアント端末 40 A は、上記無線パラメータの変更通知を受信すると、メモリ内の有効無線パラメータを更新し、RF 部 43 A の基準周波数とスペクトラム拡散変復調部 12 B の拡散符号を変更して、サーバ無線装置 10 A とのその後の通信を行う。

クライアント端末 40 A の電源が切れても、その時点で有効な無線パラメータが不揮発性メモリの記憶領域 461 に保持してあるため、制御部 45 は、次の電源が投入された時、これらの有効な無線パラメータを RF 部 43 A とスペクトラム拡散変復調部 12 B に適用して、クライアント端末とサーバ無線装置との通信を再開させることが可能となる。

以上、本発明の 1 実施例について説明したが、本発明は図面に示した実施例に限定されるものではない。

例えば、実施例では概略探索処理 110 で、基準周波数管理テーブル 17 に使用状況フラグを設定し、詳細探索処理 120 で、サーバ使用帯域管理テーブル 18 へのエントリ登録を行ったが、概略探索処理におけるステップ 113 ~ 115 を詳細探索処理中に、例えば、ステップ 122 と 123 の間で実行することによって、概略探索処理 110 を省略してもよい。

また、図 15 の中心周波数設定処理 160 の説明では、条件 ( $W \leq W_{Ai}$ ) を満たす最初に見つかった空き帯域  $W_{Ai}$  の中央に占有帯域  $W$  の中心周波数を設定したが、残りの空き帯域幅を大きくするために、占有帯域  $W$  を空き帯域  $W_{Ai}$  の端に位置させるように中心周波数を設定してもよい。

占有帯域  $W$  の設定によって端数として残る空き帯域が無駄にならないように、例えば、判定ステップ 163 で見つかった条件 ( $W \leq W_{Ai}$ ) を満たす空き帯域  $W_{Ai}$  を順次に記憶しておき、 $W = W_{Ai}$  の空き帯域  $W_{Ai}$  が見つかった時点で、中心周波数の割り当てを行い、結果的に、 $W = W_{Ai}$  の空き帯域  $W_{Ai}$  が見つからなかった場合は、記憶しておいた空き帯域  $W_{Ai}$  の中から帯域幅が最小のものを選択して、中心周波数を割り当てるようにしてもよい。このようすれば、帯域幅の大きい空き帯域を残すことができるため、他のサーバ無線装置で占有帯域幅調整 170 や周波数帯域調整 180 を実行する必要がなくなり、稼働中の占有帯域幅や中心周波数の変更を回避することが可能となる。

更に、実施例では、周波数帯域調整処理 180 において、変更可能な占有帯域幅は全て狭めた上で、各占有帯域の中心周波数をシフトしたが、他の通信システムへの影響を最小限に留めて空き帯域幅を拡大するために、最初は占有帯域幅の縮小は省略して中心周波数のシフトのみを実行し、占有帯域に適合した空き帯域幅ができなかった場合に、占有帯域幅を縮小



するようにしてもよい。

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、無線通信システム間での無線信号の干渉を回避して、ユーザ要求に応じた帯域幅をもつ占有帯域を設定できるため、限られた周波数帯域を有効に活用して、複数の無線通信システムを同時に運用することが可能となる。